



军事科学院

硕士研究生系列教材

国防系统分析方法学教程

GUOFANG XITONG FENXI FANGFAXUE JIAOCHENG

江敬灼 郭嘉诚 著

军事科学出版社

国防系统分析方法学教程

江敬灼 郭嘉诚 著

军事科学出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

国防系统分析方法学教程/江敬灼等著. —北京:
军事科学出版社, 2000.7
ISBN 7-80137-218-2

I. 国… II. 江… III. 国防-系统分析-分析方法-
研究生-教材 IV. E911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 16305 号

军事科学出版社出版发行

(北京市海淀区青龙桥/邮编:100091)

电话:(010)62882626

经销:全国新华书店

印刷:北京颐航印刷厂

开本:850×1168 毫米 1/32

印次:2000 年 7 月北京第 1 版

印张:6.875

印次:2000 年 7 月第 1 次印刷

字数:170 千字

印数 1—3000 册

书号:ISBN 7-80137-218-2/E·148

定价:10.80 元

军事科学院硕士研究生教材编审委员会

主 任：王祖训

副主任：徐根初

委 员：李大伦 刘继贤 姚有志
刘永祥 钱海皓 支绍曾
闵振范 江敬灼 寿晓松
刘祥顺

军事运筹分析研究所硕士研究生 教材编审分委员会

主 任：江敬灼

委 员：李建鲁 胡桐清 李长生
郭嘉诚 曾宪钊

出版说明

当今世界,科学技术迅猛发展,知识经济初见端倪,国际竞争日趋复杂,战争样式发生变化,这些都向跨世纪的军队建设提出了严峻的挑战。江泽民主席指出:“迎接新的军事发展的挑战关键在人才”,“人才是兴军之本,必须把培养和造就大批高素质人才作为军队现代化建设的根本大计来抓。”军事教育,尤其是军队研究生教育能否培养和造就出大批高素质的人才,关系到军队的发展和战争的胜利。为了适应军队现代化建设和未来高技术战争的需要,培养合格的硕士研究生,院决定编写出版硕士研究生系列教材。这次计划出版的51本教材,覆盖了军事学6个一级学科,13个二级学科,具有较强的时代性、系统性、规范性和实用性等特点。这套系列教材的编写和出版,标志着我院研究生教育迈上了一个新台阶,对加强我院研究生教育,提高人才培养质量,将会起到积极的促进作用。

院党委、院首长对教材的编写和出版非常重视,多次强调要深化教学改革,而改革的重点之一是调整和充实教学内容,编写和出版高质量的系列教材。1998年6月,院研究生工作领导小组专门召开会议,研究讨论了院研究生教材建设的问题。会议确定要争取用一年半左右的时间,编写出版一套硕士研究生教材。尔后,院转发了科

研指导部《硕士研究生教材编写实施方案》，该方案明确提出了编写教材的数量、范围及完成时间。为了做好教材的选题工作，院召开了硕士研究生教材专家论证会，会上对各研究部、所上报的硕士研究生教材预案进行了认真的研讨，在此基础上，对教材的数量、名称作了一些调整。在10月29日召开的院首长办公会议上，院首长听取了科研指导部“关于硕士研究生教材编写计划有关情况”的汇报。会议充分肯定了编写和出版这套教材的必要性，提出了编写和出版好这套教材的要求，通过了《硕士研究生教材编写计划》。各研究部、所以院印发的《硕士研究生教材编写计划》为依据，对编写和出版工作抓得紧，做了大量的卓有成效的工作。

为了加强对教材编写和出版工作的指导，院成立了研究生教材编审委员会，各研究部、所成立了研究生教材编审分委员会。院编审委员会和各部、所分委员会注重对教材编写和出版的指导，编写工作强调以下几点：一是科学性。编写教材结构要合理，选题既要符合教学的需要，又要符合教育对象的认识规律，体现循序渐进。同时，教材的内容要反映教学规律，要以学科专业基础理论和专业理论为主，做到内容准确，层次分明，条理清楚，文字精练，附图举例恰当。二是前沿性。编写教材要认真分析研究当前世界政治、经济、军事发展的形势，大胆地借鉴一些发达国家的先进军事思想和观点，虚心吸取当代社会、自然和管理科学的优秀成果，反映本学科的难点和热点问题，体现学科的前沿性，使研究生能把握国内外较为成熟的最新学术成果和理论动态。三是稳定性。要

使编写的教材在思想上、观点上保持相对稳定,要充分反映我院若干年来丰硕的科研、教学成果,为今后一个时期的研究生教学提供依据。四是系统性。教材内容要与培养目标相一致;要能科学、系统地体现培养目标的知识结构和能力结构;要处理好与相邻学科教材的关系,要保持教材自身的系统性和完整性。五是规范性。新编教材的名称、格式、内容,要符合教材编写规范的要求。

教材的编写和出版,是一项艰苦的劳动。院研究生教育工作开展十多年来,经过导师和教学人员的辛勤努力,积累了大量的教学经验和教学成果,为教材的编写打下了坚实的基础,这套系列教材的编写和出版,凝聚着各级领导、编写人员和编辑出版人员的心血和汗水,为此,向他们表示感谢。由于编写时间和水平有限,该系列教材有不足之处,恳请专家及研究生提出修改意见,以便不断完善。

军事科学院
硕士研究生教材编审委员会
1998年12月

目 录

第一讲 概论	(1)
一、国防系统分析的要素和步骤.....	(1)
二、国防系统分析方法的特点.....	(4)
三、国防系统分析在军事上的应用.....	(6)
第二讲 计算机作战模拟	(10)
一、作战模拟的一般概念.....	(10)
二、战场环境的量化.....	(21)
三、机动过程的构模.....	(28)
四、火力毁伤过程的构模.....	(31)
五、C ³ I 过程及电子对抗的构模.....	(51)
六、作战模拟模型实例介绍.....	(64)
第三讲 决策分析	(76)
一、决策分析的基本概念.....	(76)
二、风险决策分析.....	(77)
三、不确定决策分析.....	(82)
四、多目标决策分析.....	(86)
五、多属性效用分析法(MAU).....	(88)
六、层次分析法(AHP).....	(90)
第四讲 网络分析技术	(98)
一、网络分析的基本概念.....	(98)
二、关键路线法(CPM).....	(102)
三、计划评审技术(PERT).....	(109)
四、图示评审技术(GERT).....	(113)
五、风险评审技术(VERT).....	(119)

第五讲 费用—效能分析	(123)
一、费用—效能分析的基本概念.....	(123)
二、费用—效能分析的一般方法.....	(128)
三、系统的效能.....	(134)
四、费用估计.....	(137)
五、建立决策模型.....	(140)
第六讲 系统动力学	(143)
一、系统动力学的发展与基本概念.....	(143)
二、系统动力学的构模.....	(151)
三、系统分析图示工具.....	(156)
四、计算机模拟语言 DYNAMO 简介.....	(163)
五、简单系统的典型结构与特性.....	(169)
六、系统动力学在国防系统分析中的应用.....	(186)
七、有关系统动力学的几个问题.....	(187)
八、系统动力学模型简介.....	(195)
九、系统动力学的未来.....	(200)
参考书目	(202)
后记	(204)

第一讲 概论

一、国防系统分析的要素和步骤

(一) 国防系统分析的目的

国防系统分析是指对国家的国防建设问题(包括国家安全政策和战略问题)进行系统的分析,从而对这些政策和策略进行评价和选择,进而达到优化的目的。因此,国防系统分析的主要目的是提出和推荐有关国防建设问题的政策建议,而不是仅仅分析和预测国防建设问题的可能状况。从这个意义上讲,国防系统分析更接近于工程技术而不是纯科学研究。

一般说来,系统分析是把研究对象看作一个系统,从系统观点出发,综合应用各种定性和定量方法对系统的各种可能行为进行分析,以帮助决策者选择可行的政策和策略。

(二) 国防系统分析的基本要素

国防系统分析与一般的系统分析一样,其基本要素包括目标、方案、约束、准则和模型等5个方面。下面我们对这5个基本要素作一简要的描述。

1. 目标。上面我们已经讲到,国防系统分析的主要目的是向决策者提出和推荐有关国防建设问题的政策建议,以帮助决策者选择可行的政策和策略。因此,国防系统分析首要的任务是必须找出决策者要达到的目标,并确定度量这些目标的指标,以便通过对这些指标的分析和计算,考察、比较和选择可供选择的政策和策略。目标是国防系统分析的基础,不适当的目标度量可能导致错

误的方案选择。

2. 方案。方案是指对所研究的问题存在的可供选择的政策和策略。通常方案总是多个的,且存在着明显的差异。方案既是系统分析的前提,也是系统分析的产物,因为如果没有方案,系统分析就缺乏对象,但另一方面,许多问题不是在系统分析之前就已提出全部的方案,而往往是通过系统分析得到启发后不断地提出新的方案。

3. 约束。对任何一个目标而言,总存在一定的约束条件,如果没有任何约束条件,优化就无从谈起。对国防系统分析而言,最主要的约束条件是资源(包括:人力、经费)、时间等。约束通常是选择备选方案的基础,在大多数的国防系统分析中,约束一般都是比较直接可以得到的条件。

4. 准则。准则是对各备选方案进行比较、分析、排序的规则,它提供各备选方案的各项性能、目标间权衡的依据。由于国防系统分析所涉及的许多问题带有复杂性和模糊性,所以准则往往不是惟一的,不同的准则可能导致不同的目标度量,进而产生备选方案的不同排序。因此,准则必须慎重选取,必要时可用不同的准则进行分析比较。

5. 模型。模型是进行系统分析的方法和工具,它是通过对研究对象的一定的简化和抽象而得到的,主要用于分析和计算各备选方案在所设定的各种约束条件下可能达到的目标的度量。模型是国防系统分析各要素中最关键的要素,它往往决定了国防系统分析的成败。因此构建模型是国防系统分析中最主要的也是最困难的环节。

(三) 国防系统分析的步骤

国防系统分析的整个过程可以划分为 5 个阶段:

1. 问题陈述阶段(概念阶段)。在这个阶段中主要阐明系统分析所关心的问题和目标,所研究问题的范围,系统的边界及其约束条件,并提出问题的概念模型和综合判断规则。

2. 搜索阶段(研究阶段)。在对问题有了基本的概念陈述之后,这个阶段主要是尽可能完整地提出一切可能的备选方案,收集有关的数据,并研究各参数之间的关系,进而提出数据模型。

3. 评价阶段(解析阶段)。在上述的概念模型和数据模型的基础上,建立问题的数学模型,并利用此模型对每个备选方案分析和计算其可能达到的目标。

4. 解释阶段(判断阶段)。根据在前一阶段中分析和计算的结果以及判断准则,对所提出的各个备选方案进行综合比较、分析和选择,从而得出系统分析的结论并以此确定问题的解。

5. 证实阶段(科学阶段)。在此阶段中必须对上一阶段中获得的结论或问题的解进行校验,以证实系统分析结论的科学性和正确性。

一般说来,所有的国防系统分析都包括上述的5个阶段,但根据系统的复杂程度不同,对各个阶段的做法也不相同,有时某些阶段没有明显的存在,而是与其他的一些阶段融合在一起或者根本不存在。另外,对于不同的人员在不同的阶段中所起的作用也是不同的。例如,在概念阶段,主要由参与系统分析的军事人员来做;在研究阶段,主要由军事人员和构模人员来做;在解析阶段,主要由构模人员来做;在判断阶段,主要由决策者来做;而在证实阶段,通常要由各类人员共同参与。

当然,许多国防系统分析并不像上面所描述的那么简单,同时大多数的国防系统分析都是非常复杂的,例如,许多国防建设问题的决策都具有多目标性,而且这些目标又往往是矛盾的或冲突的;不少目标又难以进行量化,或与系统参数间没有明显的函数关系;许多影响目标的因素又具有随机性、模糊性和不确定性;模型的有效性和数据正确性的验证往往非常困难;不同的模型或不同的准则可能导致备选方案的不同的优先次序。因此,许多国防系统分析难以一次成功,往往需要反复经历上述的各个阶段才能获得成功,系统分析的反复过程如图1-1所示。

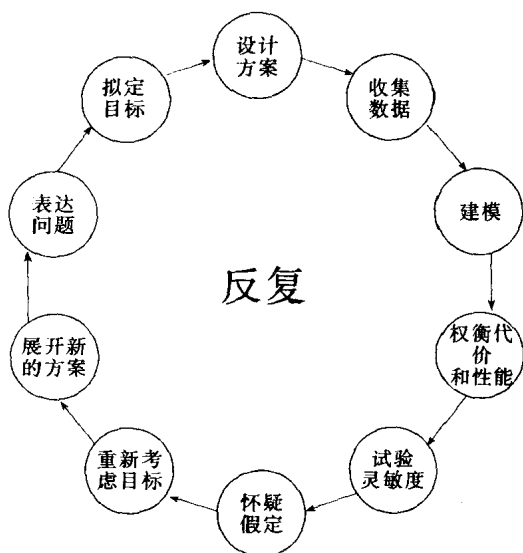


图 1-1 系统分析的反复过程

二、国防系统分析方法的特点

(一) 国防系统分析的特点

国防系统分析由于其所涉及问题往往都是些与国家安全、军事战略等紧密相关的重大问题,同时又带有极大的机密性与明显的对抗性,因此国防系统分析与其他领域的系统分析相比具有明显的特殊性。归纳起来有如下几点:

1. 必须考虑与潜在作战对象的军事对抗。由于潜在作战对象在不同的国际安全环境下是不同的,同一个潜在作战对象在不同的历史时期和不同的国际形势下的军事战略也是变化的,并且是高度机密的,因此,国防系统分析所研究的问题带有很强的不确定性和复杂性。

2. 分析失误可能造成重大的或无法弥补的损失。国防系统分析所研究的系统往往与国家安全紧密相关,任何的分析失误均会造成国家的重大损失,因此,国防系统分析的责任重大。

3. 列举所研究问题的各种可行备选方案是非常困难的。国防系统分析所研究的往往是国家未来面临的问题,带有明显的不确定性,所以对这些问题的可能的解决方案既缺乏直接的经验,又缺乏明确的环境条件,难以提出完整的可行备选方案。

4. 缺乏检验系统分析结论和问题解有效性的手段和方法。由于问题的模糊性和不确定性,在国防系统分析中所建立的模型校验存在极大的困难。另外,由于问题的机密性和对抗性,使得数据的获取和准确性的证明也存在极大的困难,这同样使得系统分析结论的检验产生极大的困难。

(二) 国防系统分析方法的特点

国防系统分析问题特点导致了其分析方法的特殊性,因此,国防系统分析方法除了具有一般系统分析方法的特点之外,还具有其自身的特殊性,主要有如下两点:

1. 从定性到定量的综合集成。国防系统分析所研究问题的不确定性和模糊性使得完全用定量分析的方法具有明显的局限性,而以往大量采用的基于经验的定性分析方法又缺乏科学性和严密性。钱学森提出的从定性到定量的综合集成方法是基于科学理论、经验知识和专家判断力的结合,从问题的定性分析入手提出经验性假设(判断或猜想),再用经验性数据和(或)基于经验和科学的模型对假设的正确性进行检验,经过定量分析和反复比较,最后得到问题的优化解。这应是国防系统分析方法的主要特点之一。

2. 国防系统分析的目的是求取问题的满意解。国防系统分析是为决策者提供系统分析的结果和决策的建议,因此不必苛求问题的最优解,但它必须尽可能地提出达到目标的多种备选方案,并尽可能地用定量方法估计每一备选方案的预期结果,以便为决策者提供尽可能多的定量依据和尽可能大的选择空间,帮助决策者

选择出效益尽可能大或代价尽可能小的备选方案。

(三) 国防系统分析方法的分类

由于国防系统分析方法存在上述的特点,在国防系统分析中除了采用一般的系统分析方法以外,还产生了具有其自身特点的分析方法。因此,我们可把国防系统分析方法按其功能大致区分为以下4类:

① 用于辅助生成备选方案的各种优化方法,或称“硬方法”,如规划论、搜索论、对策论;

② 用于评估备选方案效能的作战模拟或其它军事模型方法,如计算机仿真、对抗模拟、解析模型、判定模型等;

③ 用于综合专家判断与定量评估的“软方法”,如决策分析、层次分析、冲突分析、风险分析等;

④ 用于组织专家判断、处理经验数据的各种方法,如特尔菲法、专家评估法、综合分析法等。

从方法学上说,国防系统分析的方法很多,其优化方法在“军事运筹学”课程中已作了讲述。本教材主要对计算机作战模拟、决策分析、网络分析技术、费效分析和系统动力学等方法在以下的各讲中分别进行讲述。

三、国防系统分析在军事上的应用

国防系统分析作为一种定性和定量相结合的系统分析方法,可用于研究国防建设和军事建设的各个层次上的辅助决策问题,但其主要是用于高层次的宏观决策问题,特别是那些“规划”型的辅助决策问题。国防系统分析在军事上的主要应用可归纳如下:

(一) 国防科技与武器系统的发展规划

随着现代科学技术的发展,武器装备系统越来越复杂,经费投入越来越大,研制周期越来越长,在国防科技和武器系统的发展中

任何失误均会造成巨大的和难以弥补的损失和浪费。因此国防科技与武器系统的发展规划越来越显得重要。在国防科技与武器系统的发展规划中主要要解决的问题是今后应该重点发展哪些国防科学技术,在未来的一段时期内应当研制什么样的武器装备,这些武器装备应具备什么样的战术技术性能,这些问题属于国防科技和武器装备体系的需求分析和武器系统战术技术指标论证,它不能通过单纯的技术研究予以解决,必须由系统分析人员通过国防系统分析来解决。另一方面,未来的战争主要表现为现代技术特别是高技术条件下的激烈对抗,它不是双方某种武器系统的对抗,而是体现双方武器装备体系的对抗。在进行国防科技与武器系统的发展规划论证时必须把双方的各种武器系统作为一个体系(更大的系统)进行分析研究,这种分析研究任务也只有用国防系统分析方法才能完成。

(二) 军队体制、编制方案的论证

军队体制是关于军队各组成部分兵力结构、装备结构及相互关系的总体布局;军队编制是军队组织机构设置和人员、装备编配的具体规定。根据未来国际安全形势及军事战略需要,考虑国家经济能力和科学技术的发展水平,提出改进兵力结构、优化军队体制、编制的方案,这是关系到军队质量建设的一个十分重要的决策问题。对于这些重大的决策问题,只有通过国防系统分析,才能得出科学合理的调整方案。

(三) 军事资源的规划、分配与管理

军事资源(包括人力、经费、武器装备等)的合理规划、分配和管理一直是军事上常见的决策问题之一。例如,任何一个国家的军费开支总是有限的,如何用好这些有限的资金,以使得国家获得最高的国防实力,这就是常说的军费分配问题;根据未来国际安全形势、国家的经济实力和武器装备发展的情况确定军队总员额是军事资源规划的又一重要方面;根据未来部队的实际需求,确定对各种军事人才的需求、分配与管理策略也是军事资源规划的重要

内容之一；类似的问题还可以列举很多。上述的有关军事资源的规划、分配和管理问题均可以通过国防系统分析加以解决。

国防系统分析在军事上的应用还可以举出很多，但主要的应用都可以归入上述的三类。

国防系统分析在美国的应用比较广泛，比较成功的事例可以说是美国国防部于 60 年代初建立的规划、计划和预算系统（PPBS）。该系统根据系统分析原理，把军事战略目标、军事力量需求和国防预算结合在一起，通过费用－效益分析，实现对国防资源的合理分配与宏观控制。多年来，几经改进，已成为美国预算管理的基本模式，并推广到美国其他政府部门及部分民间机构。

PPBS 实际上是连续制定和审议国防规划和预算的工具。它有 3 个特点：

① 在国防产出目标和资源投入之间建立清楚的联系，根据规划目标和计划进行预算分配，并力图通过最优化技术和数学构模方法等以最小费用达到目标；

② 建立管理信息系统，记录实际费用支出和计划进展并提供分析所需数据；

③ 在所有的活动层次进行系统分析，找出可能行动方案并进行研究和评估。

PPBS 每年工作分为 3 个阶段：

① 规划阶段，主要是以《国防指南》形式规定未来 5 年军事战略目标和兵力需求；

② 计划阶段，主要是把规划目标转换成包括人力、物力、财力在内的资源需求，为此，国防部长颁布《财政指南》，规定每一军种未来 5 年中每年的预算限额，各军种通过系统分析向国防部递交《计划目标备忘录》（POM），说明在《国防指南》约束内本军种计划的优先顺序，经国防部综合修订后，形成国防部的《计划决定备忘录》；

③ 预算阶段，国防部预算管理部门校核调整各军种提出的计